

Rec'd PCT/PTO
PCT EP 03/07620
BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND 520 860
#2

PCT EP 03/07620



11.07.03

EP03 107620

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 59 968.8

REC'D 28 AUG 2003

Anmeldetag:

16. Dezember 2002

WIPO PCT

Anmelder/Inhaber:

4D-Vision GmbH,
Jena/DE

Bezeichnung:

Autostereoskopisches Projektionsverfahren
und autostereoskopische Projektionsanordnung

IPC:

G 02 B, G 03 H, H 04 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Wehner

u.Z.: Pat Holo3DPro1202

Jena, 16. Dezember 2002

**4D-Vision GmbH
Löbstedter Straße 101
07749 Jena**

* * *

**Autostereoskopisches Projektionsverfahren und autostereoskopische
Projektionsanordnung**

* * *

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf autostereoskopische Projektionsverfahren und -anordnungen. Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren projiziert mindestens ein Projektor Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) rückseitig auf einen holographischen Schirm, wobei dieser eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist und jedes HOE das einfallende Licht vermöge bestimmter optischer Abbildungen abbildet, so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Fig. 1

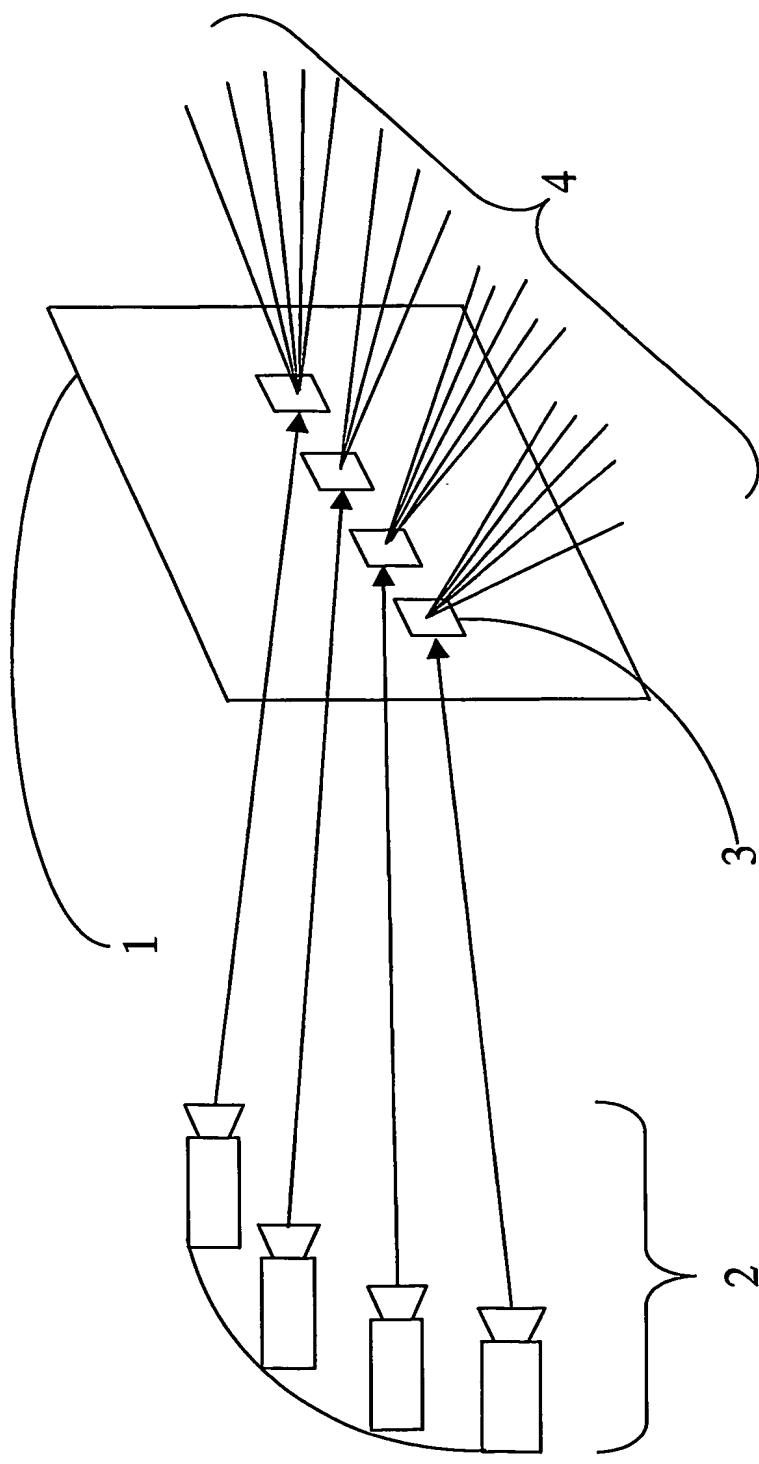


Fig. 1 Not drawn to scale - nicht maßstäblich

Autostereoskopisches Projektionsverfahren und autostereoskopische Projektionsanordnung

Die Erfindung bezieht sich auf autostereoskopische Projektionsverfahren und -anordnungen.

Eine derartige Anordnung ist beispielsweise in der DE 206474 beschrieben. Diese Schrift offenbart einen Projektionsschirm, der in Betrachtungsrichtung vor und hinter einer Mattscheibe über jeweils ein Linienraster verfügt. Die Linienraster enthalten schmale, vertikal ausgerichtete, wechselweise opake und transparente Linien, durch die rückseitig ein Stereobildpaar projiziert wird. Der bzw. die Betrachter schauen auf der Frontseite durch ein Linienraster hindurch und erleben einen räumlichen Seheindruck, da den Betrachteraugen jeweils unterschiedliche Perspektiven dargeboten werden. Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß leicht fehlerhafte Justagen der Linienraster bzw. der Mattscheibe zu unangenehmen Erscheinungen wie etwa Moiré-Effekten führen.

Die US 5,146,246 beschreibt eine Zweiansichtenprojektion. Bei dieser Anordnung bekommt jedes Betrachterauge im wesentlichen nur eine Ansicht dargeboten, entweder die rechte oder die linke. Auch hier ist wieder in Betrachtungsrichtung vor und hinter dem Projektionsschirm jeweils ein Linienraster, d.h. ein Barrièreschirm angeordnet. Dieser Barrièreschirm wird auch wieder als vertikale opake und transparente Streifen umfassend offenbart. Eine ähnliche Anordnung zeigt die US 5,225,861 des gleichen Erfinders. Hierbei handelt es sich um eine Rückprojektionssystem, welches jeweils ein linkes und ein rechtes Bild durch ein Raster mit opaken und transparenten Elementen projiziert, wobei den Betrachteraugen wegen eines weiteren Rasters mit opaken und transparenten Elementen jeweils im wesentlichen disjunkte Ansichten sichtbar sind. Die Schrift beschreibt ebenfalls vertikale opake und transparente Streifen als Rasterelemente.

Für die letztgenannten Schriften gilt wieder, daß die entsprechenden Anordnungen einen hohen Justageaufwand notwendig machen. Außerdem sind die zusätzlich beschriebenen Bildtrennmittel nur im wesentlichen für Systeme mit zwei dargestellten Ansichten geeignet, so daß dem bzw. den Betrachter(n) kaum Bewegungsfreiheit bei der stereoskopischen Wahrnehmung ermöglicht wird.

Die Offenlegungsschrift JP 9179090 offenbart ein Rückprojektionssystem mit einem Lentikular, bei welchem mindestens zwei Ansichten einer Szenerie zeitmultiplex dargestellt werden. Die Zuordnung der rückseitig projizierten Ansichten zu den Streifenabschnitten auf der Projektionsscheibe, welche zu den Abbildungsrichtungen der Lentikulare korrespondieren, geschieht über steuerbare Flüssigkristallabschnitte. Diese Abschnitte sind entweder transparent oder streuend geschaltet, so daß entsprechend ihrem Zustand jeweils eine Ansicht durch die Lentikulare in stets eine oder mehrere definierte Richtungen abgebildet wird. Von Nachteil ist bei dieser Anordnung zunächst der hohe materielle Aufwand. Vor allem ist ein hohes Maß an Ansteuerelektronik erforderlich. Fernerhin wird trotz der in voller Auflösung zeitmultiplex dargestellten Ansichten für den Betrachter jeweils nur ein Bild in verminderter horizontaler Auflösung pro Auge sichtbar. Die Anordnung erfordert zur flimmerfreien Darstellung überdies schnelle Projektionsbildgeber. Die Bildwiederholrate dieser Bildgeber muß um so höher sein, je mehr Ansichten zur Darstellung kommen sollen, was die Anordnungen zusätzlich verteuert.

In der US 6,266,187 ist ein 3D-Substrat beschrieben, vermöge dessen verschiedene Lichtstrahlen aus verschiedenen Richtungen in die Betrachteraugen abgebildet werden. Nachteilig ist hierbei insbesondere, daß das Substrat aufwendig herzustellen ist. Ferner ist die Bewegungsfreiheit für den Betrachter eingeschränkt.

Die US 4,101,210 und die US 4,132,468 beschreiben eine Stereoprojektion für mehrere Ansichten einer Szenerie, wobei auf Grund der Abbildungsmaßnahmen auf einem Schirm (z.B. einer Emulsion) ununterbrochene und einander nicht überlappende, linienförmig strukturierte Rasterbilder mehrerer Ansichten gebildet werden. Diese Rasterbilder weisen quasi keine Lücken auf, d.h. die Ansichtenanteile werden dicht nebeneinander abgebildet. Die besagten Abbildungsmaßnahmen umfassen insbesondere die Verwendung von Linsenrastern in Kombination mit Lentikularen.

In der Schrift DE 3529819 C2 wird eine Projektion mehrerer Ansichten durch ein Lentikular hindurch beschrieben. Bei dieser Anordnung werden zur Projektion der Ansichtenstreifen unter jede einzelne Zylinderlinse die jeweils benachbarten Zylinderlinsen benutzt. Der Vorteil dabei ist, daß die Projektorengehäuse nicht besonders schmal sein müssen, um die korrekte Ansichtenkombination auf dem Projektionsschirm zu erzielen. Nachteilig ist hier, daß – insbesondere bei großen Schirmdurchmessern- großformatige Lentikulare benötigt werden.

Die DE 19608305 A1 offenbart ein Rückprojektionssystem, wobei zwei Ansichten durch vertikale Barrierestreifen auf einen Schirm projiziert werden. Das entstehende Rasterbild aus den zwei Ansichten wird hernach vom Betrachter durch einen Barrièreschirm derart sichtbar gemacht, daß die Betrachteraugen jeweils unterschiedliche Ansichten sehen, wodurch ein räumlicher Eindruck entsteht. Die Anordnung ist gekennzeichnet durch einen Verschiebemechanismus, der den betrachterseitigen Barrièreschirm augenpositionsabhängig verschiebt. Hierbei ist von Nachteil, daß zum einen lediglich zwei Ansichten einer Szenerie zum Einsatz kommen. Fernerhin besitzt der Regelkreis zum Ermitteln der Augenposition und entsprechenden Verschieben des betrachterseitigen Barrièreschirms eine gewisse Trägheit, wodurch der Betrachter mitunter ein pseudoskopisches Bild wahrnimmt. Die Anordnung ist in regelhaften Ausprägungen für lediglich einen Betrachter geeignet.

Eine Projektionseinrichtung mit Lenticular ist in der DE 3700525 A1 dargestellt. Bei dieser Anordnung ist die Projektionsfläche gekrümmmt. Nachteilig ist dabei unter anderem der hohe Platzbedarf bei großformatigen Bildschirmen.

Die WO 98/43441 A1 beschreibt ein dynamisches Mehransichtenprojektionssystem mit Shuttern. Nachteilig ist hierbei vor allem der hohe Aufwand bei der Herstellung der Anordnung.

In der US 2,313,947 wird ein Mehransichtenprojektion mit zwei Barrièreschirmen, welche vertikale Barrierestreifen umfassen, offenbart. Auch die Schrift US 2,307,276 beschreibt eine Mehransichtenprojektion mit Barrièreschirmen unter Verwendung von vertikalen Barrierestreifen, wobei charakteristisch zwischen den entstehenden Ansichtenstreifen auf dem Schirm eine bestimmte Streifenbreite dunkel bleibt. Dadurch werden pseudoskopische und Doppelbildpositionen weitestgehend vermieden.

Die US 4,872,750 beschreibt ein Rückprojektionssystem mit rückseitigem Barrièreschirm, wobei Farbbilder durch das Überlappen von separaten R-,G-,B- Projektionen erzielt werden. Zur räumlichen Rekonstruktion werden hier bevorzugt Lenticulare eingesetzt. Nachteilig ist hier der hohe apparative Aufwand.

Die Patentschrift DE 195 06 648 kritisiert am Stand der Technik der 3D-Darstellung die sprunghafte Änderung der Perspektive bei einer Betrachterbewegung, welche wegen der dis-

kreten Anzahl der dargestellten Ansichten auftritt. Es wird eine autostereoskopische Anordnung zur Vermeidung dieser Nachteile beschrieben, bei der mehrere Ansichten in beobachtbaren Zonen dargestellt werden, so daß Überlappungsbereiche zwischen den Beobachtungszonen erzeugt werden und so daß die Beleuchtungsintensität der einzelnen Beobachtungszonen an den Rändern reduziert ist. Als optische Abbildungseinrichtungen werden u.a. Aperturblenden beschrieben, die in einem Übergangsbereich jeweils sich überlappende Beobachtungszonen zweier Ansichten erzeugen. Das dieser Anmeldung zu Grunde liegende Prinzip erfordert einen hohen technischen Aufwand, insofern 3D-Bilder mit größeren Abmessungen gefordert werden.

In der DE 10003326 C2 der Anmelderin werden autostereoskopische Verfahren und entsprechende Anordnungen beschrieben, bei denen der hilfsmittelfrei räumliche Eindruck für mehrere Betrachter vermöge eines Wellenlängenfilterarrays erzeugt wird. Das Filterarray, welches sich vor oder hinter einem Bildgeber befindet, besteht aus einer Vielzahl von in Zeilen und Spalten angeordneten Wellenlängenfiltern, die jeweils für Licht bestimmter Transparenzwellenlängen-/bereiche transparent sind und somit diskrete wellenlängen-abhängige Lichtausbreitungsrichtungen für das von dem Bildgeber ausgesandte Licht vorgeben. Auf dem Bildgeber mit in Zeilen und Spalten eingeteilten Bildelementen wird ein aus mehreren Ansichten einer Szene oder eines Gegenstandes zusammengesetztes Bild dargestellt, so daß auf Grund des Filterarrays ein Betrachter mit beiden Augen überwiegend unterschiedliche Auswahlen von Ansichten sieht. Als Nachteil stellt sich hierbei heraus, daß Großbildprojektionen nicht ohne weiteres zu realisieren sind.

Die Schrift JP 04177236A beschreibt eine Stereobildpaarprojektion, wobei als Projektions-schirm eine hochdirektive reflektierende Wand eingesetzt wird. Dadurch wird eine Richtungsselektion für das reflektierte Bildpaar erzielt. Nachteilig ist hier, daß pseudoskopische Effekte bei Betrachterbewegung mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auftreten und daß konsekutiv die Betrachterbewegungsfreiheit stark eingeschränkt ist.

Die Aufgabe der US 2002/022940A1 ist allgemein die Verbesserung der Bildqualität (Helligkeit, Kontrast). Gelöst wird die Aufgabe unter anderem, indem bei Mono- und Stereoprojektionen das störende Streulicht vom Betrachter wegreflektiert wird. Als Projektionsschirme kommen hierbei exemplarisch konvexe Zylinderreflexflächen zum Einsatz. Ferner wird auch der Fall der Stereoprojektion beschrieben, wobei der entsprechende Projektionsschirm verti-

kal streuend und horizontal direktiv reflektierend ausgebildet ist. Auch hierbei besteht das Problem der stark eingeschränkten Betrachterbewegungsfreiheit.

In der US 6,344,926 ist eine 3D-Frontprojektion beschrieben, bei der eine Projektionswand direktiv in horizontaler Richtung reflektiert, während sie in der Vertikalen streuend wirkt. Offenbart wird darin ebenfalls eine Indikatorreflexionswand, welche eine gute 3D-Position markiert. Bei dieser Anordnung werden zwei Projektoren im Augenabstand benötigt, die jeweils genau eine Teilansicht der darzustellenden Szenerie projizieren. Nachteilig bei Anordnungen dieser Bauart ist ebenfalls die eingeschränkte Bewegungsfreiheit.

Aus der WO 01/78409 ist ein weiteres räumliches Display bekannt. Dabei kommt die Front- bzw. insbesondere die Rückprojektion zur Anwendung, wobei ein Bildgeber hinter einem Schirm angeordnet ist. Dabei weist der Schirm pixelweise kontrollierbare Lichttransmissions- oder Reflexionseigenschaften auf. Ferner hängen die Abstrahlrichtungen der Pixel besagten Schirmes mit den Lichtabstrahlrichtungen der Pixel des Bildgebers zusammen. Gekennzeichnet ist diese Anordnung dadurch, daß der Abstand der Lichtquellen (Pixel) auf dem Bildgeber zueinander größer ist als der Pixelabstand auf besagtem Schirm und daß die Lichtquellen des Bildgebers soweit vom Schirm entfernt sind, daß eine Lichtquelle mehr Pixel des Schirms beleuchtet, als die Anzahl von Lichtquellen, welche jeweils einen Pixel beleuchten, ist. Diese Anordnung ist speziell dadurch sehr aufwendig und teuer, daß der Schirm eine kontrollierbare Lichttransmission oder -reflexion erlauben muß.

Das Prinzip der Übertragung der Integralfotografie auf die Frontprojektion lehrt die WO 02/51165. Hier werden "Elementarbilder" auf ein Array von konkaven Spiegeln projiziert. Das Spiegelarray selbst kann gleichfalls eine gekrümmte Oberfläche aufweisen. Das Spiegelarray reflektiert und "integriert" die Bildinformation. Nachteilig bei Anordnungen dieser Art sind die hohen fertigungstechnischen Anforderungen bei der Herstellung des Spiegelarrays sowie die Notwendigkeit der Erzeugung einer großen Vielzahl sogenannter „Elementarbilder“.

Die DE 3538308 lehrt eine Vorrichtung mit einem holographischen Projektionsschirm, der in der Lage ist, genau ein linkes und ein rechtes Bild vollständig für den Betrachter zu trennen. Bei Anordnungen dieser Art ist die Betrachtungsfreiheit des Betrachters stark eingeschränkt.

In der US 6,211,977 ist die Herstellung eines holographischen Projektionsschirms beschrieben. Ferner beschreibt die US 6,229,561 eine 3D-Darstellungssystem mit elektro-optischen Schaltern. Hier ist insbesondere von Nachteil, daß der Aufbau der Anordnung kompliziert und damit teuer ist.

Von diesem Stand der Technik ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, Anordnungen und Verfahren der eingangs genannten Art in einer Weise weiterzubilden, daß eine verbesserte Wahrnehmbarkeit auch bei größeren Bildabmessungen erreicht wird. Es soll fernerhin ein räumlicher Eindruck für mehrere Betrachter ermöglicht werden. Der 3D-Eindruck soll nicht nur aus wenigen Betrachtungspositionen, in welchen die Betrachter ihre Köpfe recht starr halten müssen, wahrnehmbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur autostereoskopischen Projektion, bei dem mindestens ein Projektor Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes rückseitig auf einen holographischen Schirm projiziert, wobei

- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
- jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - b) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - c) Abbildung mittels eines Prismas,
 - d) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Prismas,
 - e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - f) Abbildung nach e) sowie diffus transparent bzw. transluzent abbildend,
 - g) Abbildung nach f) und nachfolgend nach e),

h) Abbildung mittels einer Planplatte,
so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Überwiegend heißt in diesem Zusammenhang beispielsweise, daß das linke Auge eines Betrachters zu ca. 90% Bildteilinformationen einer ersten und zu ca. 10% Bildteilinformationen einer zweiten Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes sieht, so daß hier die erste Ansicht überwiegt. Zeitgleich kann das rechte Auge des Betrachters beispielsweise zu ca. 80% Bildteilinformationen der zweiten Ansicht und zu ca. 20% eine Mischung aus einer dritten und vierten Ansicht sehen, ohne daß der räumliche Eindruck leidet.

Ein grundlegender Zusammenhang, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht ist, daß die durch jedes HOE für jeden auf es einfallenden Lichtstrahl vorgegebene Lichtausbreitungsrichtung eineindeutig von dessen Lichteinfallsrichtung abhängt. Als Lichtausbreitungsrichtung ist hier auch diejenige Lichtausfallsrichtung (unter vielen) gemeint, welche die höchste Lichtintensität des abgebildeten Lichts innerhalb eines bestimmten Raumwinkels aufweist.

Es sind unter Umständen auch noch weitere Abbildungsarten als die unter a)-h) genannten für die Umsetzung in den HOE denkbar.

Vorteilhaft kann es sein, wenn jeweils alle HOE die gleiche der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen. Demgegenüber ist für bestimmte Anwendungsfälle zu bevorzugen, daß mindestens zwei der HOE paarweise verschiedene optische Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

Ferner sind Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar, bei denen mindestens ein HOE mindestens zwei der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführt, insbesondere kann zum Beispiel ein HOE gleichzeitig viele (verschiedene)

Abbildungen nach e) gewährleisten, indem es ein ganzes Array aus mehreren Filterelementen modelliert.

Außerdem kann ein HOE derart erstellt werden, daß es für aus einer ersten Richtung einfal lentes Licht eine andere Abbildung realisiert, als für aus einer anderen, zweiten Richtung einfallendes Licht. Mittels einer solchen Ausgestaltung könnte beispielsweise auf eine in den Abbildungseigenschaften eines HOE enthaltene Streufläche Licht von verschiedenen Projektoren gelangen, welches von ein- und demselben HOE unterschiedlich abgebildet, insbesondere in unterschiedliche Richtungen abgebildet wird.

Die diffus-abbildenden Eigenschaften der HOE können –wenn vorhanden- vielseitig ausgeprägt sein. Vorteilhaft ist die diffuse Streuung innerhalb der zu verwirklichenden optischen Abbildung jeweils derart ausgeprägt, daß das Licht im wesentlichen in der Vertikalen oder aber einer zur Vertikalen geneigten Richtung gestreut wird. Die diffuse Streuung kann durch die HOE auch mittels der Beugung erzielt werden.

Die Größenordnung der HOE bzw. der von ihr repräsentierten optischen Komponenten wie Prismen, Linsen oder beispielweise Filter entspricht annähernd derjenigen, die die später auf dem holographischen Schirm wahrgenommenen Bilder bezüglich ihrer Pixelgrößenordnung aufweisen. Dabei liegt die jeweilige HOE-Höhe in der Größe der Pixel bzw. Subpixel, während die HOE-Breite etwa die Breite eines Pixels einer Ansicht bis zu etwa der Breite eines Zyklus' aus Pixeln mehrerer Ansichten beträgt.

Abweichungen hiervon sind selbstverständlich möglich, insbesondere kann auch ein projiziertes Licht eines Bildelementes gleichzeitig auf mehrere HOE einfallen.

Überdies sieht eine weitere Ausgestaltung vor, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm in ihren äußereren Abmessungen und/oder in ihrer äußeren Form voneinander abweichen. Vermöge dieser Ausprägung wird der Umstand begünstigt, daß ein Betrachterauge von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen überwiegend –und nicht etwa exakt- Bildteilinformation einer Auswahl von Ansichten sieht.

Diesen Umstand fördernd wirkt es auch, wenn mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm bezüglich Ihrer Flächenschwerpunkte einen Versatz bezüglich Ihrer Relativposition zueinander aufweisen, der einem nicht-ganzzahligen Vielfachen der Breite und/oder Höhe eines der in Rede stehenden HOE entspricht. Insofern demnach beispielsweise alle

HOE die gleichen Abmaße aufweisen würden, so entspräche diese Eigenschaft dem relativen Teilversatz zueinander, beispielsweise um ein Drittel oder ein Viertel der (hier allgemeinen) HOE-Breite und/oder Höhe.

Ein weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß mindestens eines der HOE Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche in jeweils paarweise disjunkte Richtungen abbildet. Damit ist es insbesondere bei Projektionsgeräten mit Vollfarbpixeln (z.B. DMD oder Farbdia) möglich, die wahrgenommene Auflösung des 3D-Bildes scheinbar zu erhöhen, beispielsweise um den Faktor 3 für die horizontale Schirmrichtung.

Ferner ist das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, bevorzugt ein orthogonales Raster. Es ist jedoch auch möglich, daß besagtes Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein nicht-orthogonales Raster ist, vorzugsweise ein solches, in welchem die Zeilenrichtung die Spaltenrichtung unter einem Winkel ungleich 90 Grad schneidet. In diesem Zusammenhang sind auch schlängenlinienförmige Spaltenformen bzw. Zeilenformen möglich. Letztere Eigenschaften können insbesondere dann vorteilhaft angewendet werden, wenn Abbildungsfehler der Projektionsoptiken durch eine entsprechend verzerrte Anordnung der HOE auf dem holographischen Schirm ausgeglichen werden sollen.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren auch dadurch gekennzeichnet sein, daß mindestens ein HOE für mindestens Licht aus einer Einfallsrichtung gleichzeitig mindestens zwei Lichtausbreitungsrichtungen vorgibt. Damit kann die vorteilhafte Wirkung erzielt werden, daß im Betrachtungsraum entlang einer bestimmten Linie (z.B. eine Linie parallel zum holographischen Schirm) ein sich wiederholender Ansichtenzzyklus ergibt, beispielsweise der mehrfach wiederkehrende Zyklus, daß der Betrachter entlang besagter Linie nacheinander überwiegend Bildteilinformationen der Ansicht 1, danach 2, danach 3 usw. bis der Ansicht 8 wahrnimmt, worauf der Zyklus wieder mit Bildteilinformationen der Ansicht 1 startet.

Ferner wird durch die Wirkung der HOE auch festgelegt, wie oft die vollständigen Ansichtenzzyklen (beispielsweise von Ansicht 1 bis Ansicht 8) jeweils im wesentlichen für ein bestimmtes Betrachterauge beim Entlanggehen einer vorstehend genannten Linie wahrnehmbar sind. Je nach Anwendungsfall kann der Zyklus entlang einer –beispielsweise parallelen Linie zum holographischen Schirm- nur einmal, zweimal oder aber häufiger wiederkehren.

Im übrigen kann das Verfahren so umgesetzt werden, daß mindestens zwei Projektoren vorgesehen sind, wobei jeder Projektor entweder Bildteilinformationen lediglich einer Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes oder gleichzeitig Bildteilinformationen mindestens zweier Ansichten einer Szene/ eines Gegenstandes projiziert. Dies gilt natürlich auch für mehr als zwei Projektoren. Entscheidend ist, daß mindestens Bildteilinformationen zweier Ansichten projiziert werden.

Zur Vermeidung pseudoskopischer Effekte kann beim erfindungsgemäßen Verfahren ferner vorgesehen sein, daß im Betrachtungsraum mindestens eine Betrachtungsposition für ein Beobachterauge existiert, in welche von dem holographischen Schirm im wesentlichen kein von den Projektoren projiziertes Licht abgebildet wird. Dies ist leicht möglich, indem die Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen der HOE so ausgelegt sind, daß ein bestimmter Raumabschnitt im Betrachtungsraum im wesentlichen nicht mit Licht beaufschlagt wird. Die Vermeidung von Pseudoskopie ist hier insbesondere möglich, wenn sich eine solche dunkle Sehzone zwischen dem Ende und dem Anfang eines Ansichtenzzyklus von –beispielsweise 8– Ansichten befindet.

Der holographische Schirm kann ferner bezüglich seiner Wirkung so ausgebildet sein, daß die jeweiligen Projektoren in einem Abstand voneinander positioniert sein können, der größer ihren räumlichen Abmessungen ist. Damit ist ein aufwendiges Neben- und Übereinanderschichten zum Erreichen des Augenabstandes der Projektionsobjektive obsolet. Dies wird durch die entsprechende Vorgabe der Abbildungen bzw. Lichtausbreitungsrichtungen erzielt.

Außerdem kann das erfindungsgemäße Verfahren auch zeitlich-sequentiell ausgestaltet werden:

Hierzu projiziert mindestens ein –vorzugsweise jedoch jeder– Projektor Bildteilinformationen mindestens einer Ansicht der darzustellenden Szenerie/ des darzustellenden Gegenstandes nur zu bestimmten Zeitpunkten, vorzugsweise in einer vorzugebenden Frequenz zwischen 10 und 60 Hz. Dabei sind mehrere Ausgestaltungsvarianten möglich: Zunächst ist denkbar, daß zu einem ersten Zeitpunkt nur eine Ansicht von einem Projektor projiziert wird. Hernach folgt die zweite Ansicht auf einem zweiten Projektor, der aus einer anderen Richtung auf den holographischen Schirm projiziert, usw. Nach dem letzten Projektor projiziert wieder der erste, usw.

Ferner ist es möglich, daß die Kombinationsstruktur zur Kombination der Bildteilinformationen verschiedener Ansichten auf mindestens einem der Projektoren zeitlich variiert. Hierbei stellt der entsprechende Projektor selbstredend gleichzeitig Bildinformation mindestens zweier Ansichten dar.

Außerdem kann auch die Anzahl der Ansichten, von denen die jeweilige Teilinformation für einen Projektor herrührt, zeitlich variieren.

Weitere zeitlich sequentielle Ausprägungen des erfindungsgemäßen Verfahrens können abgeleitet werden.

Die zeitlich sequentielle Beleuchtung dient insbesondere einer verbessert getrennten Abbildung des projizierten Lichtes, d.h. der projizierten Bildteilinformationen mehrerer Ansichten, im Bezug auf unterschiedliche Abbildungsrichtungen. Durch die zeitliche Beabstandung der Projektion von verschiedenen Projektoren aus verschiedenen Richtungen können beispielsweise Unzulänglichkeiten der HOE teilweise ausgeglichen werden.

In einer weiteren speziellen Ausprägung des Verfahrens sind mindestens zwei Projektoren vorhanden und das Licht mindestens eines Projektors wird derart abgebildet, daß es frontseitig aus einem Raumwinkel, der mindestens $0,3 \pi^*sr$ beträgt, wahrgenommen werden kann, so daß das Licht besagten Projektors betrachterseitig als im wesentlichen zweidimensionales Bild wahrgenommen wird, da beide Betrachteraugen innerhalb des besagten Raumwinkels liegen und somit im wesentlichen nicht-disparate Bildinformation dargeboten bekommen. Auch hier ist es beispielsweise denkbar, daß der Projektor, dessen Licht als zweidimensionales Bild wahrgenommen wird, nur zeitweise – eben genau zum Zeitpunkt einer gewünschten 2D-Darstellung – eingeschaltet wird. In manchen Fällen kann der Raumwinkel von $0,3 \pi^*sr$ auch unterschritten werden, obwohl ebenso eine 2D-Darstellung erreicht wird.

Jeder eingesetzte Projektor beinhaltet beispielsweise entweder mindestens einen DMD-Chip, eine LCD-Komponente, eine Röhre oder einen Laser. Andere Projektorentypen sind natürlich denkbar.

Die Aufgabe der Erfindung wird ebenso gelöst von einer das erfindungsgemäße Verfahren umsetzenden autostereoskopischen Projektionsanordnung, umfassend:

- mindestens einen Projektor zur rückseitigen Projektion von Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten Ak ($k=1..n, n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes auf einen holographischen Schirm, wobei

- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
- jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - b) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - c) Abbildung mittels eines Prismas,
 - d) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Prismas,
 - e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - f) Abbildung nach e) sowie diffus transparent bzw. transluzent abbildend,
 - g) Abbildung nach f) und nachfolgend nach e),
 - h) Abbildung mittels einer Planplatte,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Überwiegend heißt in diesem Zusammenhang beispielsweise, daß das linke Auge eines Betrachters zu ca. 90% Bildteilinformationen einer ersten und zu ca. 10% Bildteilinformationen einer zweiten Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes sieht, so daß hier die erste Ansicht überwiegt. Zeitgleich kann das rechte Auge des Betrachters beispielsweise zu ca. 80% Bildteilinformationen der zweiten Ansicht und zu ca. 20% eine Mischung aus einer dritten und vierten Ansicht sehen, ohne daß der räumliche Eindruck leidet.

Ein grundlegender Zusammenhang, der bei der erfindungsgemäßen Anordnung besteht ist, daß die durch jedes HOE für jeden auf es einfallenden Lichtstrahl vorgegebene Lichtausbreitungsrichtung eineindeutig von dessen Lichteinfallsrichtung abhängt.

Es sind unter Umständen auch noch weitere Abbildungsarten als die unter a)-h) genannten für die Umsetzung in den HOE denkbar.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 17 bis 30 beschrieben.

Außerdem wird die Aufgabe der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zur autostereoskopischen Projektion, bei dem mindestens ein Projektor Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes frontseitig auf einen holographischen Schirm projiziert, wobei

- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
- jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
 - b) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
 - c) Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
 - d) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
 - e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - f) Abbildung nach e) sowie diffus reflektierend und nachfolgend nach e),
 - g) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels einer Planplatte,
 - h) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels eines Prismas,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Überwiegend heißt in diesem Zusammenhang beispielsweise, daß das linke Auge eines Betrachters zu ca. 90% Bildteilinformationen einer ersten und zu ca. 10% Bildteilinformationen einer zweiten Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes sieht, so daß hier die erste Ansicht überwiegt. Zeitgleich kann das rechte Auge des Betrachters beispielsweise zu ca. 80% Bildteilinformationen der zweiten Ansicht und zu ca. 20% eine Mischung aus einer dritten und vierten Ansicht sehen, ohne daß der räumliche Eindruck leidet.

Ein grundlegender Zusammenhang, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht ist, daß die durch jedes HOE für jeden auf es einfallenden Lichtstrahl vorgegebene Lichtausbreitungsrichtung eineindeutig von dessen Lichteinfallsrichtung abhängt.

Es sind unter Umständen auch noch weitere Abbildungsarten als die unter a)-h) genannten für die Umsetzung in den HOE denkbar.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen dieses zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Unteransprüchen 32-45 zu entnehmen.

Schlußendlich wird die Aufgabe der Erfindung ebenso gelöst von einer das (zweite) erfindungsgemäße Verfahren umsetzenden autostereoskopischen Projektionsanordnung, umfassend:

- mindestens einen Projektor zur frontseitigen Projektion von Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes auf einen holographischen Schirm, wobei
- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,

- jedes HOE das von dem mindestens einen Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
 - b) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
 - c) Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
 - d) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
 - e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - f) Abbildung nach e) sowie diffus reflektierend und nachfolgend nach e),
 - g) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels einer Planplatte,
 - h) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels eines Prismas,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorstehend beschriebenen Anordnung werden in den Unteransprüchen 47-60 gelehrt.

Für jede Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung wie der erfindungsgemäßen Verfahren gilt prinzipiell: Eine Erhöhung der Anzahl der Projektoren ermöglicht die Erhöhung der Auflösung auf dem holographischen Schirm der wahrgenommenen Ansichten.

Es ist im übrigen denkbar, daß ein projiziertes Bildelement eine gemischte Bildinformation aus mindestens zwei verschiedenen Ansichten repräsentiert.

Die Erfindung bezieht sich auch auf Verfahren zur Herstellung eines holographischen Schirmes zur Verwendung in einem der vorgenannten Verfahren bzw. in einer der vorstehend beschriebenen Anordnungen. Besagtes Herstellungsverfahren umfaßt die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Fertigen einer Optischen Anordnung, die jeweils eine Vielzahl von optischen Komponenten enthält, die jeweils die in den unabhängigen Ansprüchen 1 bzw. 31 genannten optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen bzw. Kombinationen davon gewährleisten,
- b) Positionieren eines (noch nicht entwickelten) holographischen Schirmes in der Nähe besagter optischer Anordnung,
- c) Belichten des holographischen Schirmes mittels einer oder mehrerer kohärenter Lichtquelle(n), wobei bevorzugt ein Referenzstrahl direkt von der Lichtquelle auf den holographischen Schirm und ein Objektstrahl von der Lichtquelle durch besagte optische Anordnung hindurch auf den holographischen Schirm gelangt, wobei dieser Schritt c) bevorzugt mehrfach wiederholt wird, besonders bevorzugt in einer Weise, daß bei jeder Ausführung des Schrittes c) die Lichtquelle an einer anderen Relativposition zur besagten optischen Anordnung gebracht wird und wobei optional bei jeder Ausführung des Schrittes c) eine andere optische Anordnung zum Einsatz kommt,
- d) Entwickeln des holographischen Schirmes.

Nicht immer kann die dabei jeweils benötigte optische Anordnung tatsächlich gefertigt werden. In solch einem Falle kann alternativ zu dem vorgenannten Verfahren das nachfolgende eingesetzt werden. Es umfaßt die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Auswahl einer Vielzahl von optischen Komponenten, die jeweils die in den Ansprüchen 1 bzw. 31 genannten optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen bzw. Kombinationen davon gewährleisten, sowie Anordnung der Komponenten in einem Raster aus Zeilen und/oder Spalten,
- b) Berechnen der entsprechenden holographischen Interferenzmuster für die Abbildungen bzw. -kombinationen,

- c) Belichten des holographischen Schirmes mittels einer oder mehrerer kohärenten Lichtquelle(n), wobei das/die berechnete(n) holographische(n) Interferenzmuster auf den holographischen Schirm geschrieben wird/werden,
- d) Entwickeln des holographischen Schirmes.

In besonderen Fällen ist es überdies möglich, den holographischen Schirm wie folgt herzustellen:

- Herstellen mindestens zweier holographischer Schirme nach einem der oder beiden vorgenannten Verfahren,
- Aneinandersetzen der mindestens zwei hergestellten holographischen Schirme zu einem gesamten holographischen Schirm.

Es somit möglich, den holographischen Schirm auch aus mehreren Schichten aufzubauen. Die verschiedenen Schichten können beispielsweise aufeinander auflaminert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt

- Fig.1 eine Prinzipskizze zum Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung mit rückseitiger Projektion,
- Fig.2 eine beispielhafte erste Filterstruktur, die von jeweils einem oder gleichzeitig mehreren HOE umgesetzt wird (Ausschnitt),
- Fig.3 eine beispielhafte zweite Filterstruktur, die von jeweils einem oder gleichzeitig mehreren HOE umgesetzt wird (Ausschnitt),
- Fig.4 eine beispielhafte Bildkombinationsstruktur für die Zusammensetzung eines Bildes aus Bildteilinformationen mehreren Ansichten,
- Fig.5 und Fig.6 beispielhafte für jeweils ein Auge sichtbare Ansichtengemische,
- Fig.7 ein weiteres Beispiel für die Wirkung eines HOE (schematisch dargestellt),
- Fig.8 ein beispielhaftes Modell für die Wirkung der HOE auf dem holographischen Schirm erfindungsgemäßer Anordnungen,
- Fig.9 eine beispielhafte Bildkombinationsstruktur, welche 4 Ansichten verwendet, sowie
- Fig.10 ein beispielhaftes Modell für die Wirkung der HOE auf dem holographischen Schirm erfindungsgemäßer Anordnungen.

Sämtliche Zeichnungen sind nicht maßstäblich erstellt und als schematische Skizzen zu verstehen.

In Fig.1 ist eine Prinzipskizze zum Aufbau einer beispielhaften erfindungsgemäßen Anordnung mit rückseitiger Projektion schemenhaft und nicht maßstäblich dargestellt. Hinter einem holographischen Schirm (1) sind mehrere -hier beispielsweise acht- Projektoren (2) angeordnet, von denen nur vier zeichnerisch dargestellt sind. Ferner sind vier Bildelemente (3) – extrem vergrößert- dargestellt, auf die Licht unterschiedlicher Richtungen einfällt, daß hier beispielsweise von jeweils unterschiedlichen Projektoren (2) herrührt. Die Bildelemente des holographischen Schirms (3) bilden die Lichtstrahlen in unterschiedliche Lichtausbreitungsrichtungen (4) ab. Sämtliche Richtungen sind hier nur schemenhaft eingezeichnet. In der praktischen Umsetzung würden die Bildelemente (3) zunächst auch wesentlich kleiner als die Abmaße des gesamten holographischen Schirms (1) und regelhaft direkt benachbart sein. Die getrennte Darstellung benachbarter Bildelemente (3) in Fig.1 ist lediglich der besseren Übersicht geschuldet.

Jeder Projektor (2) projiziert hier beispielsweise eine (andere) zweidimensionale Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes, so daß insgesamt acht Ansichten projiziert werden.

Vermöge der durch den holographischen Schirm (1) bzw. dessen abbildenden HOE vorgegebenen frontseitigen Lichtausbreitungsrichtungen (4) für alle rückseitig einfallenden Lichtstrahlen wird erreicht, daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

Der Betrachtungsraum würde sich beispielsweise rechts vom holographischen Schirm (1) befinden.

Exemplarisch könnte jedes HOE die optisch abbildende Wirkung nach Punkt g) der erfindungsgemäßen rückseitig projizierten Anordnung verwirklichen. Hierzu würde eine erste Filterstruktur, die von jeweils einem oder gleichzeitig mehreren HOE umgesetzt wird, beispielsweise die in Fig.2 gezeigte Struktur oder ein Ausschnitt davon sein. In einem bestimmten Abstand, z.B. 4 Millimetern, würde durch das bzw. jedes HOE außerdem eine diffus transparente Mattscheibe modelliert. Schlußendlich würde sich eine weitere betrachterseitige Filterarraystruktur (z.B. in einem Abstand von 4 Millimetern) anschließen, die jeweils auch in der Abbildungswirkung der einzelnen HOE enthalten ist. Ein Beispiel für die letztgenannte Filterarraystruktur ist in Fig.3 gezeigt.

Des besseren Verständnisses halber sei angemerkt, daß gerade HOE in der Lage sind, Information über ein gesamtes zu modellierendes räumliches Objekt (hier z.B. ein Filterarray bzw. einen Teil davon) abzuspeichern und zu rekonstruieren, auch wenn sie in ihren Abmaßen deutlich kleiner als die zu modellierenden Objekte sind.

Werden nun von den acht Projektoren (2) die acht verschiedenen Ansichten auf den holographischen Schirm projiziert, so entsteht –lediglich gedanklich!– auf den jeweiligen durch die Vielzahl der HOE modellierten Streuscheiben ein Bildkombinationsstruktur aus Bildinformationen, wie sie ausschnittsweise in Fig.4 gezeigt ist.

Schlußendlich geben die durch die HOE modellierten Filterelemente des betrachterseitigen Filterarrays wiederum frontseitige Lichtausbreitungsrichtungen vor, so daß ein Betrachterauge beispielsweise von einer bestimmten Betrachtungsposition aus überwiegend Ansicht 1, aber auch einen geringeren Teil von Bildteilinformationen der Ansicht 2 sehen würde, wie dies auch in Fig.5 dargestellt ist.

Von einer korrespondierenden Betrachtungsposition des anderen Betrachterauges könnte dann beispielsweise beim Blick auf den holographischen Schirm (1) überwiegend Teilinformation der Ansicht 4 und ein geringerer Anteil der Ansicht 5 sichtbar sein, wie es in Fig.6 gezeigt ist. Weil beide Augen demnach überwiegend andere Ansichtengemische sehen, wird ein 3D-Eindruck für den Betrachter erzeugt.

Ein weiteres Beispiel für die Wirkung eines HOE ist in Fig.7 schematisch dargestellt. Dabei ist –stark vergrößert– ein HOE eines holographischen Schirmes in einer erfundungsgemäßen Anordnung wiedergegeben. Besagtes HOE wird von Lichtstrahlen, die von verschiedenen Richtungen einfallen und beispielsweise von unterschiedlichen Projektoren, die jeweils unterschiedliche Ansichten projizieren, herrühren, rückseitig beleuchtet. Für jeden einfallenden Lichtstrahl (eingezzeichnet sind nur zwei: ein durchgezogener und ein gestrichelter) werden durch das HOE mehrere Lichtausbreitungsrichtungen vorgegeben, wie in Fig.7 angedeutet ist. Sei nun beispielsweise die durchgezogene Linie ein Lichtstrahl, der Bildteilinformation der Ansicht 1 repräsentiert und die gestrichelte Linie ein Lichtstrahl, der Bildteilinformation der Ansicht 2 repräsentiert, so würde das HOE hier –für allein die eingezeichneten einfallenden Lichtstrahlen– beispielsweise in etwa die betrachterseitig (rechts) eingezeichneten Lichtausbreitungsrichtungen vorgeben. Bewegte sich ein Betrachter entlang der Linie (5), die hier perspektivisch verzerrt dargestellt ist und in Wirklichkeit in einer horizontalen Ebene vor dem holographischen Schirm liegt, so würde er mit einem Auge zunächst überwiegend Bildteilin-

formation der Ansicht 1, dann der Ansicht zwei und dann –insofern weitere Lichtstrahlen vorhanden sind, die zeichnerisch nicht dargestellt sind und welche Bildteilinformationen weiterer Ansichten, z.B. dritter bis achter Ansichten repräsentieren– überwiegend weitere Bildteilinformationen der Ansichten 3 bis 8 sehen, bis der Zyklus wieder bei eins beginnt.

Mit der überwiegenden Sicht ist hierbei gemeint, daß durch die Vielzahl der HOE erfindungsgemäß auch Lichtausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, die dazu führen, daß ein Beobachterauge in der Regel nicht nur Bildteilinformationen genau einer Ansicht sieht. Für Fig.7 müßten dann noch eine Vielzahl weiterer solcher HOE eingezeichnet werden, um diesen Umstand klar zu verdeutlichen; dies würde allerdings die Übersichtlichkeit zunichte machen.

Es liegt ebenfalls im Rahmen der Erfindung, daß die durch die HOE vorzugebenden Lichtausbreitungsrichtungen im wesentlichen den jeweiligen Lichtintensitätsmaxima und nicht allein nicht-divergenten Lichtstrahlen entsprechen. In diesem Sinne würde beispielsweise auch ein bestimmter Lichtanteil einer gestrichelten Lichtausbreitungsrichtung in Fig.7 zu einem (oder mehreren) Beobachtungspunkten, zu denen eigentlich eine durchgezogene Linie – welche einer Lichtausbreitungsrichtung entspricht – hinzeigt, gelangen. Die Lichtausbreitungsrichtungen könnten im Rahmen dessen quasi als Streukeulen (und nicht Streulinien) interpretiert werden. Vorzugsweise sind die Streukeulen derart ausgebildet, daß ein HOE –insofern es an irgendeiner Stelle eine –vorzugsweise diffus– streuende Optik mit modelliert– ein Lichtintensitätsmaximum aufweist, dessen Maximalintensitätsverlauf vertikal oder zur Vertikalen geneigt verläuft.

In Fig.8 ist ein beispielhaftes Modell für die Wirkung der HOE auf dem holographischen Schirm erfindungsgemäßer Anordnungen dargestellt.

Dabei ist in Fig.8 eine Vielzahl von Zylinderlinsen zu sehen; jede Zylinderlinse wird durch ein HOE modelliert. Dies entspricht der abbildenden Wirkung der HOE nach Merkmal a).

Charakteristisch für dieses Beispiel sind jeweils die Zylinderlinsenperioden von Zeile zu Zeile gegeneinander versetzt und zwar um eine Strecke, die hier beispielsweise etwa einem Drittel einer Linse- und damit HOE-Breite entspricht. Ein Drittel entspricht auch der weiter oben schon erwähnten nicht-ganzzahligen Verschiebung bezogen auf eine HOE-Breite.

Vermittels einer derartigen HOE-Abbildungswirkung kann erreicht werden, daß für einfallendes Licht entsprechende Lichtausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Be-

trachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht. Selbstverständlich muß hierzu Licht verschiedener Ansichten auf die HOE rückseitig projiziert werden.

Die HOE-Abbildungswirkung kann ferner die einer diffus streuenden Mattscheibe einschließen, welche auf oder nahe der Planfläche des Zylinderlinsenrasters modelliert wird.

Die Fig.9 zeigt eine beispielhafte Bildkombinationsstruktur, welche 4 Ansichten verwendet und welche für ein von zum Beispiel lediglich einem Projektor rückseitig auf den holographischen Schirm projiziertes Bild eingesetzt werden kann, um für die Betrachter einen räumlichen Eindruck nach der vorstehend beschriebenen Art und Weise (siehe Beschreibung zu Fig.8) zu erzeugen. Es entspricht hier jedes Kästchen einem projizierten Bildpunkt; die Zahl im Kästchen gibt an, aus welcher Ansicht der jeweilige Bildpunkt seine Bildteilinformation bezieht. Die Bildpunkte sind in Zeilen j und Spalten i eingeteilt.

Dabei ist jede Zylinderlinse bezüglich der Ausdehnung ihrer Planfläche (und damit auch hinsichtlich der Projektion der Scheitelfläche auf die Planfläche) in der einen Richtung etwa so lang, wie eine Bildpunktzeile des projizierten Bildes (auf der modellierten Mattscheibe) hoch ist (z.B. 0,8 mm), während sie in der zweiten Richtung ungefähr so breit ist, wie vier Bildpunktspalten des projizierten Bildes (auf der modellierten Mattscheibe) sind (z.B. 3,2 mm).

Die Bildkombinationsstruktur nach Fig.9 kann auch durch Projektion der vier Ansichten von beispielsweise 4 Projektoren aus durch ein geeignetes Filterarray –welches ebenfalls von den HOE modelliert werden kann- hindurch erzeugt werden.

In Fig.10 ist ein beispielhaftes Modell für die Wirkung der HOE auf dem holographischen Schirm erfindungsgemäßer Anordnungen dargestellt. Der Übersichtlichkeit geschuldet wurden nur wenige HOE dargestellt; auch sind deswegen die Zeilen des Rasters auf dem Schirm leicht versetzt dargestellt, was in praxi nicht notwendig ist.

Dabei ist in Fig.10 eine Vielzahl von Zylinderlinsen und Filterabschnitten zu sehen; jede Zylinderlinse und jeder Filterabschnitt (insbesondere ein zwischen zwei HOE befindlicher Filterabschnitt) wird durch ein HOE modelliert. Dies entspricht der abbildenden Wirkung der HOE nach den Merkmalen a) und e). Hinsichtlich der Merkmale e) sind hier verschiedene Interpretationen möglich: Entweder, ein HOE modelliert gleich mehrere (hier z.B. zwei opake und ein transparentes) Filterelemente oder aber die verschiedenen Filterelemente werden durch verschiedene benachbarte HOE modelliert. Die optische Wirkung bleibt im wesentlichen dieselbe.

Projektionsseitig der Filterabschnitte kann ebenso noch eine durch ein HOE jeweils mit zu modellierende diffus streuende Fläche eingearbeitet sein. Auch in diesem Falle würden rückseitig Bildteilinformationen aus mehreren, beispielsweise vier oder acht, Ansichten projiziert. Für besagte auf den holographischen Schirm einfallende Bildteilinformationen verschiedener Ansichten werden dann auf Grund der durch die HOE simulierten Linsen bzw. Filterelemente Lichtausbreitungsrichtungen vorgegeben, so daß wieder ein dreidimensionaler Eindruck entsteht.

Die Erfindung bietet einige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik. So wird es ermöglicht, daß mehrere Betrachter einen verbesserten 3D-Eindruck auf einem Projektionssystem wahrnehmen können. Die Betrachter genießen eine große Bewegungsfreiheit.

Ferner können mittels der HOE optische Abbildungen modelliert werden, welche mit konventionellen Optiken technisch bzw. praktisch nicht vollständig oder nur mit extremem Aufwand realisiert werden können.

Außerdem können 3D-Projektionen großer Bildabmessungen, beispielsweise mit Abmessungen von einigen Metern, erzielt werden.

Schutzansprüche

1. Verfahren zur autostereoskopischen Projektion, bei dem mindestens ein Projektor Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes rückseitig auf einen holographischen Schirm projiziert, wobei
 - der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
 - jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - b) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - c) Abbildung mittels eines Prismas,
 - d) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Prismas,
 - e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - f) Abbildung nach e) sowie diffus transparent bzw. transluzent abbildend,
 - g) Abbildung nach f) und nachfolgend nach e),
 - h) Abbildung mittels einer Planplatte,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils alle HOE die gleiche der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE paarweise verschiedene optische Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE mindestens zwei der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführt.
5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm in ihren äußereren Abmessungen und/oder in ihrer äußereren Form voneinander abweichen.
6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm bezüglich Ihrer Flächenschwerpunkte einen Versatz bezüglich Ihrer Relativposition zueinander aufweisen, der einem nicht-ganzzahligen Vielfachen der Breite und/oder Höhe eines der in Rede stehenden HOE entspricht.
7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der HOE Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche in jeweils paarweise disjunkte Richtungen abbildet.
8. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein orthogonales Raster ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein nicht-orthogonales Raster ist, vorzugsweise ein solches, in welchem die Zeilenrichtung die Spaltenrichtung unter einem Winkel ungleich 90 Grad schneidet.

10. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE für mindestens Licht aus einer Einfallsrichtung gleichzeitig mindestens zwei Lichtausbreitungsrichtungen vorgibt.
11. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorgesehen sind, wobei jeder Projektor entweder Bildteilinformationen lediglich einer Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes oder gleichzeitig Bildteilinformationen mindestens zweier Ansichten einer Szene/ eines Gegenstandes projiziert.
12. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Beobachtungsraum mindestens eine Beobachtungsposition für ein Beobachterauge existiert, in welche von dem holographischen Schirm im wesentlichen kein von den Projektoren projiziertes Licht abgebildet wird.
13. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Projektor Bildteilinformationen mindestens einer Ansicht der darzustellenden Szenerie/ des darzustellenden Gegenstandes nur zu bestimmten Zeitpunkten, vorzugsweise in einer vorzugebenden Frequenz zwischen 10 und 60 Hz, projiziert.
14. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorhanden sind und das Licht mindestens eines Projektors derart abgebildet wird, daß es frontseitig aus einem Raumwinkel, der mindestens $0,3 \pi^*sr$ beträgt, wahrgenommen werden kann, so daß das Licht besagten Projektors betrachterseitig als im wesentlichen zweidimensionales Bild wahrgenommen wird.
15. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder eingesetzte Projektor entweder mindestens einen DMD-Chip, eine LCD-Komponente, eine Röhre oder einen Laser beinhaltet.
16. Autostereoskopische Projektionsanordnung, umfassend:
 - mindestens einen Projektor zur rückseitigen Projektion von Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten Ak ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes auf einen holographischen Schirm, wobei

- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
- jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - i) Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - j) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels einer Linse, bevorzugt einer vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderlinse,
 - k) Abbildung mittels eines Prismas,
 - l) Diffus transparent bzw. transluzent abbildend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Prismas,
 - m) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
 - n) Abbildung nach e) sowie diffus transparent bzw. transluzent abbildend,
 - o) Abbildung nach f) und nachfolgend nach e),
 - p) Abbildung mittels einer Planplatte,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils alle HOE die gleiche der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

18. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE paarweise verschiedene optische Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.
19. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE mindestens zwei der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführt.
20. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-19, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm in ihren äußereren Abmessungen und/oder in ihrer äußeren Form voneinander abweichen.
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm bezüglich Ihrer Flächenschwerpunkte einen Versatz bezüglich Ihrer Relativposition zueinander aufweisen, der einem nicht-ganzzahligen Vielfachen der Breite und/oder Höhe eines der in Rede stehenden HOE entspricht.
22. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-21, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der HOE Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche in jeweils paarweise disjunkte Richtungen abbildet.
23. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-22, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein orthogonales Raster ist.
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-22, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein nicht-orthogonales Raster ist, vorzugsweise ein solches, in welchem die Zeilenrichtung die Spaltenrichtung unter einem Winkel ungleich 90 Grad schneidet.
25. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-24, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE für mindestens Licht aus einer Einfallsrichtung gleichzeitig mindestens zwei Lichtausbreitungsrichtungen vorgibt.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-25, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens zwei Projektoren enthält, wobei jeder Projektor entweder Bildteilinformationen lediglich einer Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes oder gleichzeitig Bildteilinformationen mindestens zweier Ansichten einer Szene/ eines Gegenstandes projiziert.
27. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-26, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrachtungsraum mindestens eine Betrachtungsposition für ein Betrachterauge existiert, in welche von dem holographischen Schirm im wesentlichen kein von den Projektoren projiziertes Licht abgebildet wird.
28. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-27, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Projektor Bildteilinformationen mindestens einer Ansicht der darzustellenden Szenerie/ des darzustellenden Gegenstandes nur zu bestimmten Zeitpunkten, vorzugsweise in einer vorzugebenden Frequenz zwischen 10 und 60 Hz projiziert.
29. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-28, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorhanden sind und das Licht mindestens eines Projektors derart abgebildet wird, daß es frontseitig aus einem Raumwinkel, der mindestens $0,3 \pi^*sr$ beträgt, wahrgenommen werden kann, so daß das Licht besagten Projektors betrachterseitig als im wesentlichen zweidimensionales Bild wahrgenommen wird.
30. Anordnung nach einem der Ansprüche 16-29, dadurch gekennzeichnet, daß jeder eingesetzte Projektor entweder mindestens einen DMD-Chip, eine LCD-Komponente, eine Röhre oder einen Laser beinhaltet.
31. Verfahren zur autostereoskopischen Projektion, bei dem mindestens ein Projektor Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes frontseitig auf einen holographischen Schirm projiziert, wobei
- der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
 - jedes HOE das von dem mindestens einem Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:

- a) Abbildung mittels eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
- b) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
- c) Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
- d) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
- e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
- f) Abbildung nach e) sowie diffus reflektierend und nachfolgend nach e),
- g) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels einer Planplatte,
- h) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels eines Prismas,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils alle HOE die gleiche der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

33. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE paarweise verschiedene optische Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

34. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE mindestens zwei der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführt.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-34, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm in ihren äußereren Abmessungen und/oder in ihrer äußereren Form voneinander abweichen.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-35, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm bezüglich Ihrer Flächenschwerpunkte einen Versatz bezüglich Ihrer Relativposition zueinander aufweisen, der einem nicht-ganzzahligen Vielfachen der Breite und/oder Höhe eines der in Rede stehenden HOE entspricht.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-36, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der HOE Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche in jeweils paarweise disjunkte Richtungen abbildet.
38. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-37, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein orthogonales Raster ist.
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-37, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein nicht-orthogonales Raster ist, vorzugsweise ein solches, in welchem die Zeilenrichtung die Spaltenrichtung unter einem Winkel ungleich 90 Grad schneidet.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-39, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE für mindestens Licht aus einer Einfallsrichtung gleichzeitig mindestens zwei Lichtausbreitungsrichtungen vorgibt.
41. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-40, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorgesehen sind, wobei jeder Projektor entweder Bildteilinformationen lediglich einer Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes oder gleichzeitig Bildteilinformationen mindestens zweier Ansichten einer Szene/ eines Gegenstandes projiziert.

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-41, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrachtungsraum mindestens eine Betrachtungsposition für ein Betrachterauge existiert, in welche von dem holographischen Schirm im wesentlichen kein von den Projektoren projiziertes Licht abgebildet wird.
43. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-42, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Projektor Bildteilinformationen mindestens einer Ansicht der darzustellenden Szenerie/ des darzustellenden Gegenstandes nur zu bestimmten Zeitpunkten, vorzugsweise in einer vorzugebenden Frequenz zwischen 10 und 60 Hz projiziert.
44. Verfahren nach einem der Ansprüche 31-43, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorhanden sind und das Licht mindestens eines Projektors derart abgebildet wird, daß es frontseitig aus einem Raumwinkel, der mindestens $0,3 \pi^*sr$ beträgt, wahrgenommen werden kann, so daß das Licht besagten Projektors betrachterseitig als im wesentlichen zweidimensionales Bild wahrgenommen wird.
45. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder eingesetzte Projektor entweder mindestens einen DMD-Chip, eine LCD-Komponente, eine Röhre oder einen Laser beinhaltet.
46. Autostereoskopische Projektionsanordnung, umfassend:
- mindestens einen Projektor zur frontseitigen Projektion von Bildteilinformationen aus mindestens zwei Ansichten A_k ($k=1..n$, $n>=2$) einer Szene/ eines Gegenstandes auf einen holographischen Schirm, wobei
 - der holographische Schirm eine Vielzahl von holographischen optischen Elementen (HOE) aufweist, die in einem Raster aus Spalten und/oder Zeilen angeordnet sind,
 - jedes HOE das von dem mindestens einen Projektor einfallende Licht vermöge mindestens einer der folgenden optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen abbildet:
 - a) Abbildung mittels eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,
 - b) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung eines konkaven oder konvexen Hohlspiegels, bevorzugt eines vertikal oder schräg zur Vertikalen stehenden Zylinderhohlspiegels,

- c) Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
- d) Diffus reflektierend mit nachfolgender Abbildung mittels eines Doppel- oder- Triplettspiegels,
- e) Abbildung durch einen vieleckigen Polarisationsfilter und/oder Graustufenfilter und/oder Wellenlängenfilter, wobei ein Wellenlängenfilter Licht einer vorgegebenen Wellenlänge bzw. eines oder mehrerer vorgegebenen Wellenlängenbereiche transmittiert,
- f) Abbildung nach e) sowie diffus reflektierend und nachfolgend nach e),
- g) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels einer Planplatte,
- h) Diffus reflektierend und nachfolgende Abbildung mittels eines Prismas,

so daß für das von dem holographischen Schirm frontseitig zum Betrachter hin abgebildete Licht durch die abbildenden Wirkungen der Vielzahl von HOE eine Vielzahl von Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden, wobei jeweils ein HOE eine oder mehrere Lichtausbreitungsrichtungen für das auf es einfallende Licht, welches Bildteilinformationen mindestens einer der mindestens zwei insgesamt projizierten Ansichten entspricht, vorgibt, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge überwiegend Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge überwiegend Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten (A_k) optisch wahrnimmt, wodurch von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entsteht.

47. Anordnung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils alle HOE die gleiche der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

48. Anordnung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE paarweise verschiedene optische Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführen.

49. Anordnung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE mindestens zwei der optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen a)-h) ausführt.

50. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-49, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm in ihren äußereren Abmessungen und/oder in ihrer äußereren Form voneinander abweichen.

51. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-50, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der HOE auf dem holographischen Schirm bezüglich Ihrer Flächenschwerpunkte einen Versatz bezüglich Ihrer Relativposition zueinander aufweisen, der einem nicht-ganzzahligen Vielfachen der Breite und/oder Höhe eines der in Rede stehenden HOE entspricht.
52. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-51, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der HOE Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche in jeweils paarweise disjunkte Richtungen abbildet.
53. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-52, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein orthogonales Raster ist.
54. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-52, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster, in welchem die HOE auf dem holographischen Schirm angeordnet sind, ein nicht-orthogonales Raster ist, vorzugsweise ein solches, in welchem die Zeilenrichtung die Spaltenrichtung unter einem Winkel ungleich 90 Grad schneidet.
55. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-54, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein HOE für Licht aus mindestens einer Einfallsrichtung gleichzeitig mindestens zwei Lichtausbreitungsrichtungen vorgibt.
56. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-55, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens zwei Projektoren enthält, wobei jeder Projektor entweder Bildteilinformationen lediglich einer Ansicht einer Szene/ eines Gegenstandes oder gleichzeitig Bildteilinformationen mindestens zweier Ansichten einer Szene/ eines Gegenstandes projiziert.
57. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-56, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrachtungsraum mindestens eine Betrachtungsposition für ein Betrachterauge existiert, in welche von dem holographischen Schirm im wesentlichen kein von den Projektoren projiziertes Licht abgebildet wird.

58. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-57, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Projektor Bildteilinformationen mindestens einer Ansicht der darzustellenden Szenerie/ des darzustellenden Gegenstandes nur zu bestimmten Zeitpunkten, vorzugsweise in einer vorzugebenden Frequenz zwischen 10 und 60 Hz projiziert.
59. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-58, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Projektoren vorhanden sind und das Licht mindestens eines Projektors derart abgebildet wird, daß es frontseitig aus einem Raumwinkel, der mindestens $0,3 \pi^*sr$ beträgt, wahrgenommen werden kann, so daß das Licht besagten Projektors betrachterseitig als im wesentlichen zweidimensionales Bild wahrgenommen wird.
60. Anordnung nach einem der Ansprüche 46-59, dadurch gekennzeichnet, daß jeder eingesetzte Projektor entweder mindestens einen DMD-Chip, eine LCD-Komponente, eine Röhre oder einen Laser beinhaltet.
61. Verfahren zur Herstellung eines holographischen Schirmes zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-15 sowie 31-45 bzw. in einer Anordnung nach einem der Ansprüche 16-30 sowie 46-60, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
- Fertigen einer Optischen Anordnung, die jeweils eine Vielzahl von optischen Komponenten enthält, die jeweils die in den Ansprüchen 1 bzw. 31 genannten optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen bzw. Kombinationen davon gewährleisten,
 - Positionieren eines (noch nicht entwickelten) holographischen Schirmes in der Nähe besagter optischer Anordnung,
 - Belichten des holographischen Schirmes mittels einer oder mehrerer kohärenter Lichtquelle(n), wobei bevorzugt ein Referenzstrahl direkt von der Lichtquelle auf den holographischen Schirm und ein Objektstrahl von der Lichtquelle durch besagte optische Anordnung hindurch auf den holographischen Schirm gelangt, wobei dieser Schritt c) bevorzugt mehrfach wiederholt wird, besonders bevorzugt in einer Weise, daß bei jeder Ausführung des Schrittes c) die Lichtquelle an einer anderen Relativposition zur besagten optischen Anordnung gebracht wird und wobei optional bei jeder Ausführung des Schrittes c) eine andere optische Anordnung zum Einsatz kommt,
 - Entwickeln des holographischen Schirmes.

62. Verfahren zur Herstellung eines holographischen Schirmes zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-15 sowie 31-45 bzw. in einer Anordnung nach einem der Ansprüche 16-30 sowie 46-60, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Auswahl einer Vielzahl von optischen Komponenten, die jeweils die in den Ansprüchen 1 bzw. 31 genannten optischen Abbildungen bzw. Abbildungskombinationen bzw. Kombinationen davon gewährleisten, sowie Anordnung der Komponenten in einem Raster aus Zeilen und/oder Spalten,
- b) Berechnen der entsprechenden holographischen Interferenzmuster für die Abbildungen bzw. -kombinationen,
- c) Belichten des holographischen Schirmes mittels einer oder mehrerer kohärenten Lichtquelle(n), wobei das/die berechnete(n) holographische(n) Interferenzmuster auf den holographischen Schirm geschrieben wird/werden,
- d) Entwickeln des holographischen Schirmes.

63. Verfahren zur Herstellung eines holographischen Schirmes zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-15 sowie 31-45 bzw. in einer Anordnung nach einem der Ansprüche 16-30 sowie 46-60, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Herstellen mindestens zweier holographischer Schirme nach einem der oder beiden Verfahren nach einem der Ansprüche 61 oder 62,
- Aneinandersetzen der mindestens zwei hergestellten holographischen Schirme zu einem gesamten holographischen Schirm.

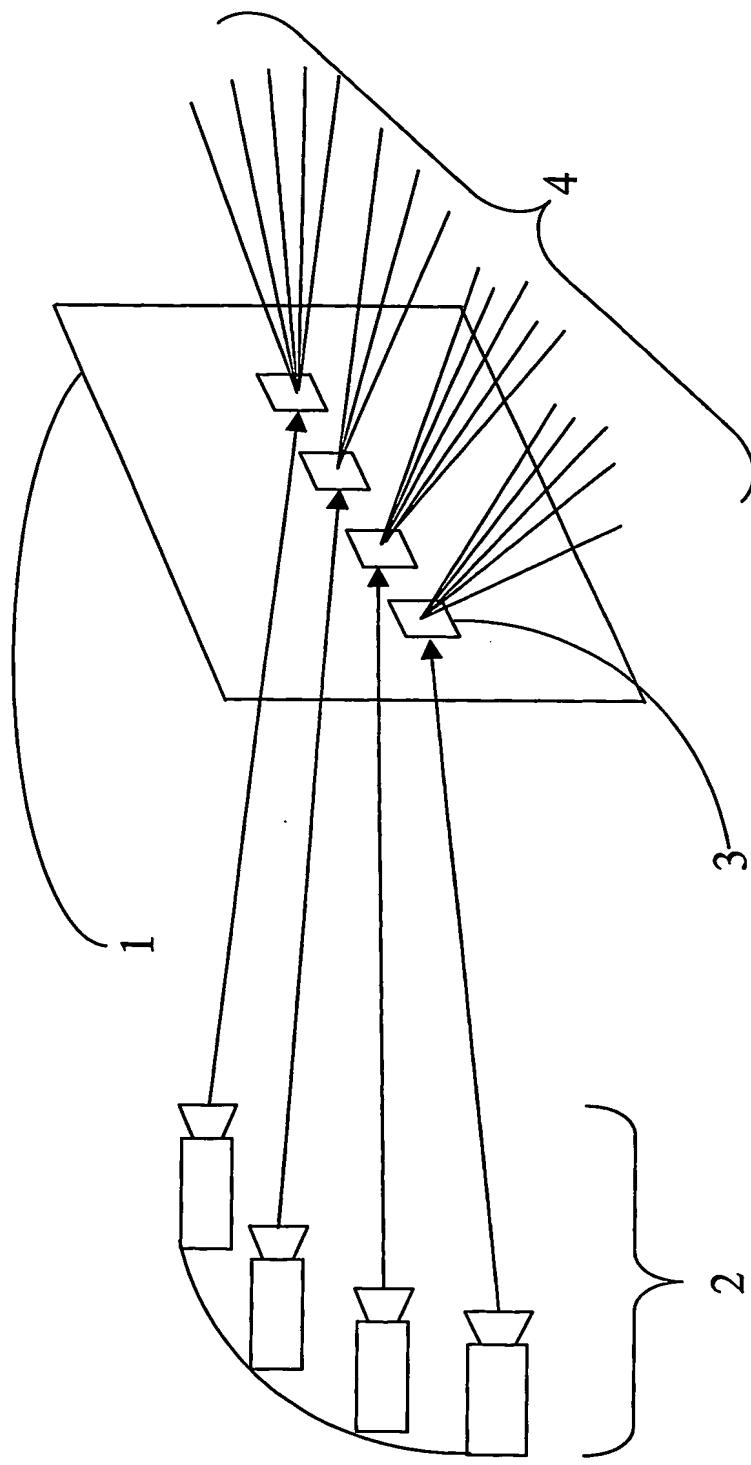


Fig. 1

Not drawn to scale - nicht maßstäblich

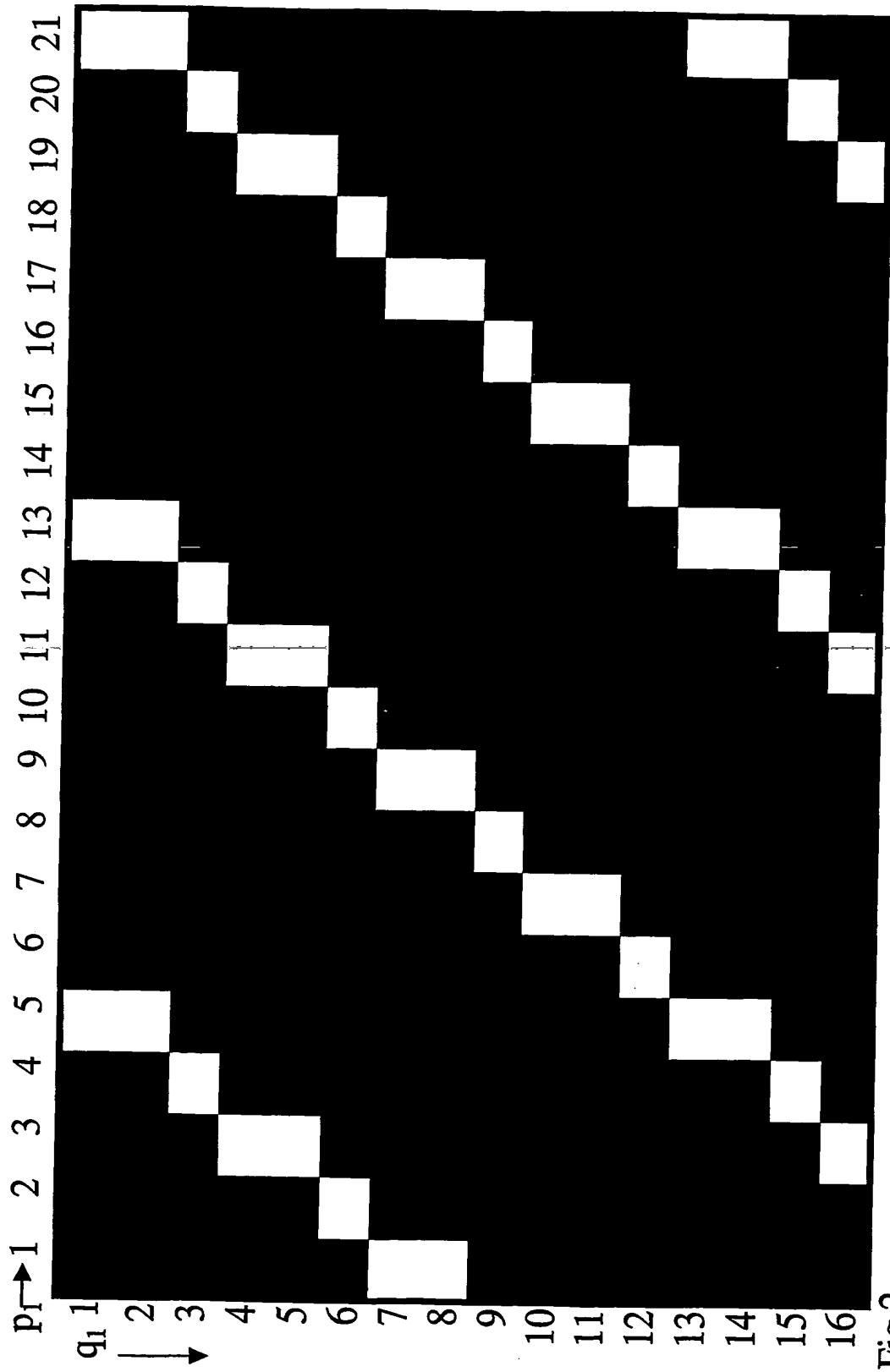


Fig.2

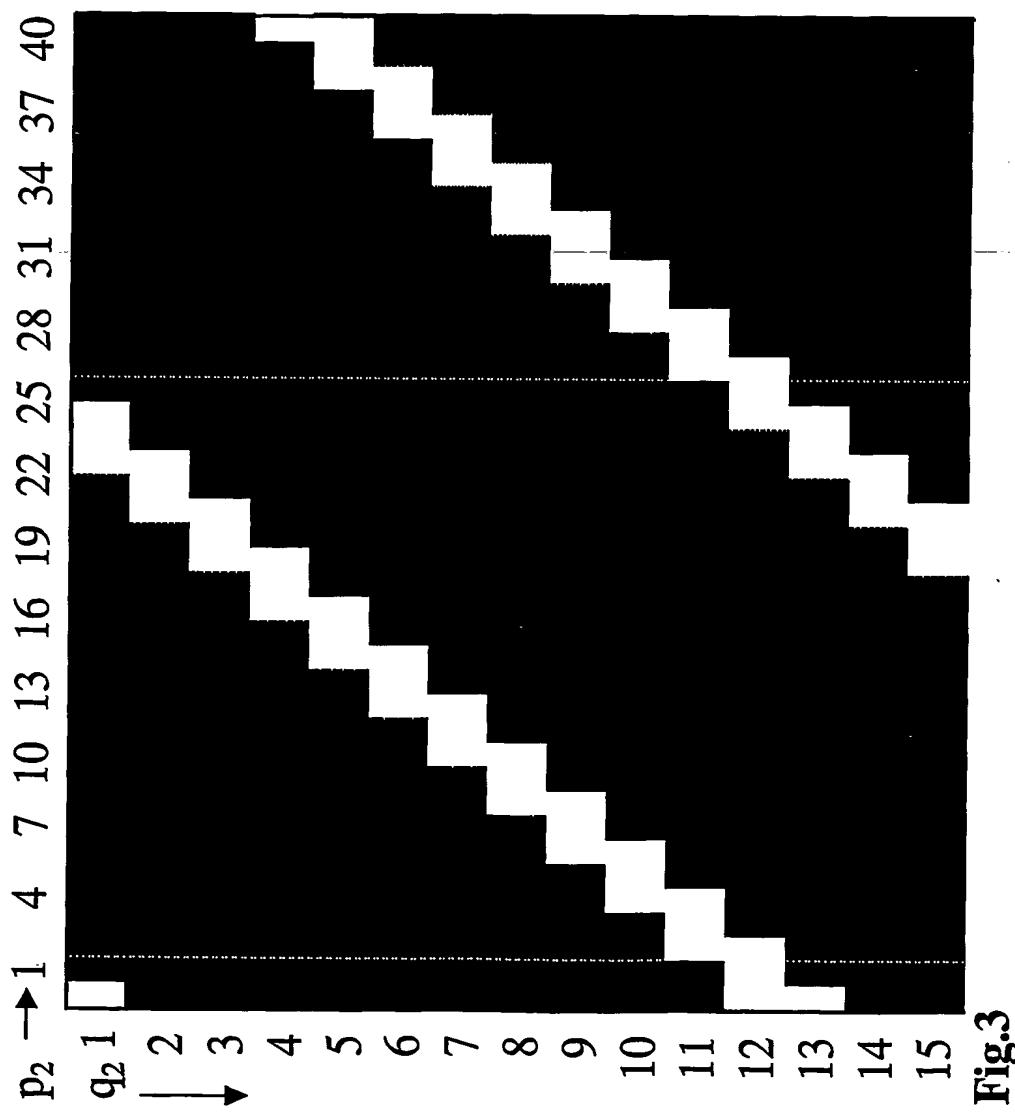


Fig.3



i ↗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
j ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1
6	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
7	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
8	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
9	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
10	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
11	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
12	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
13	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
14	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7
15	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
16	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8

Fig.4

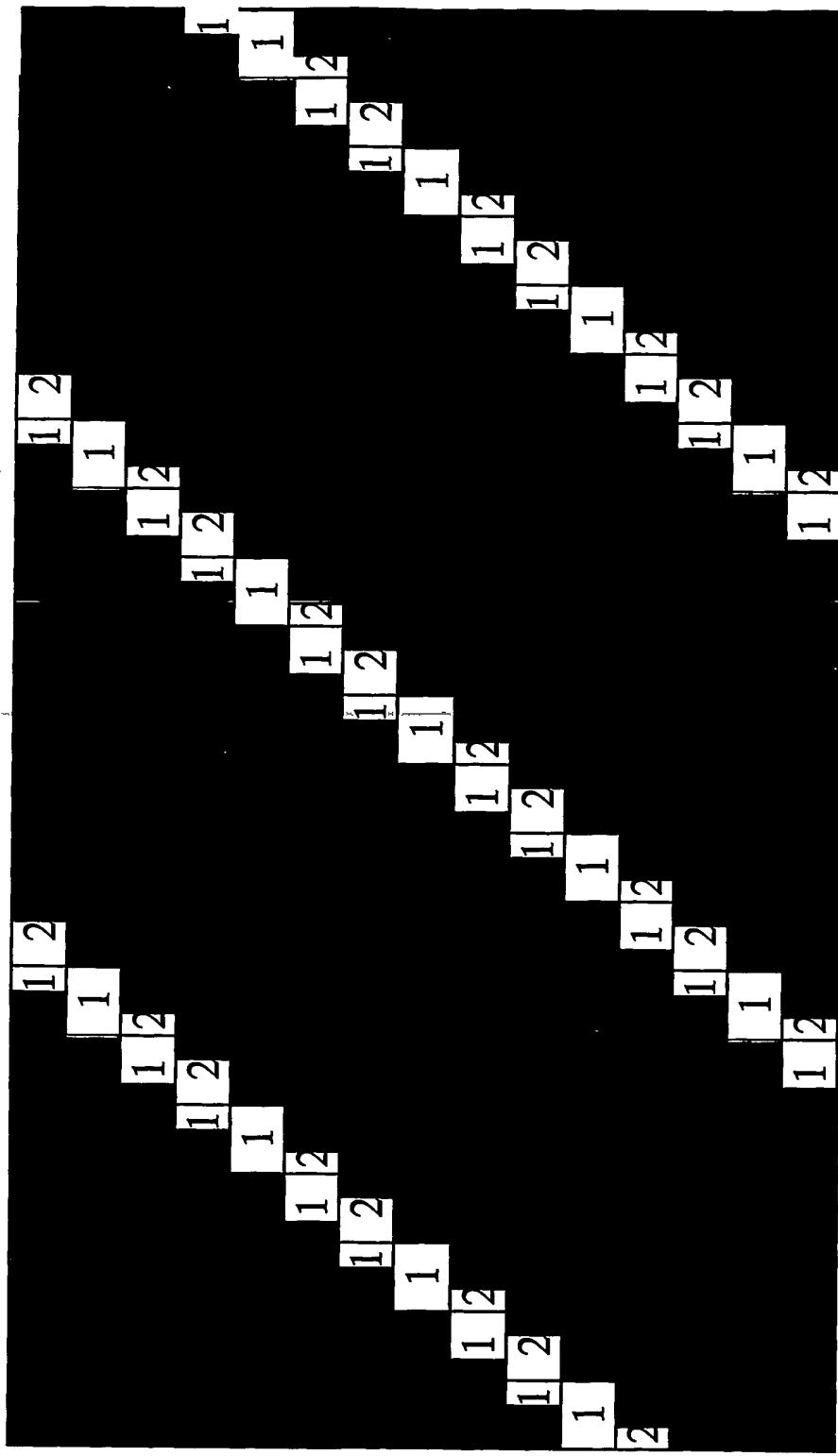


Fig.5

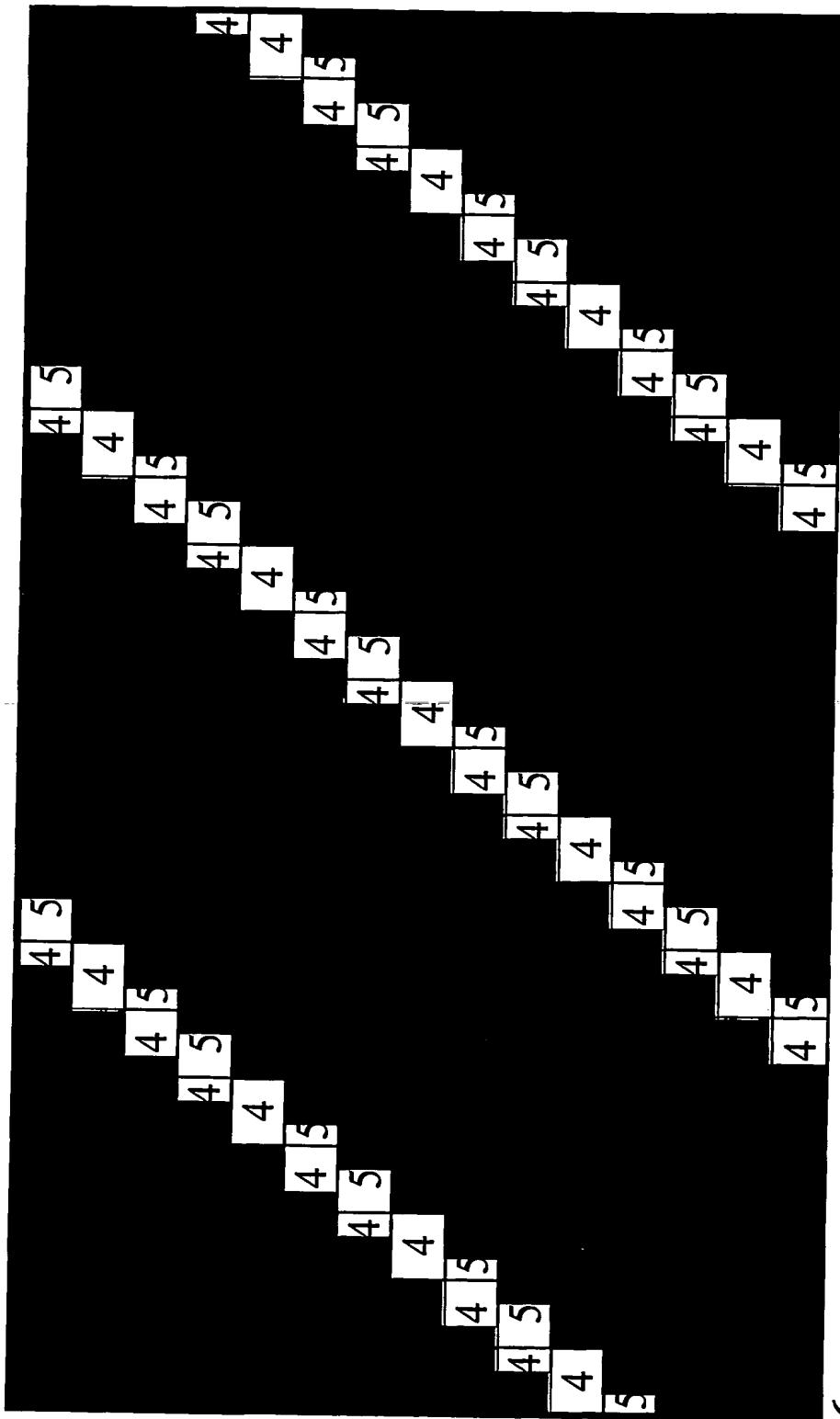


Fig.6

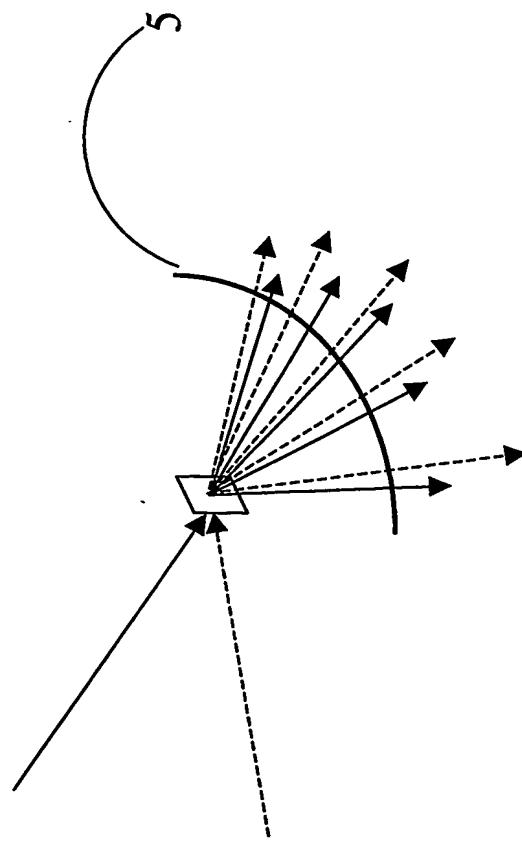


Fig. 7

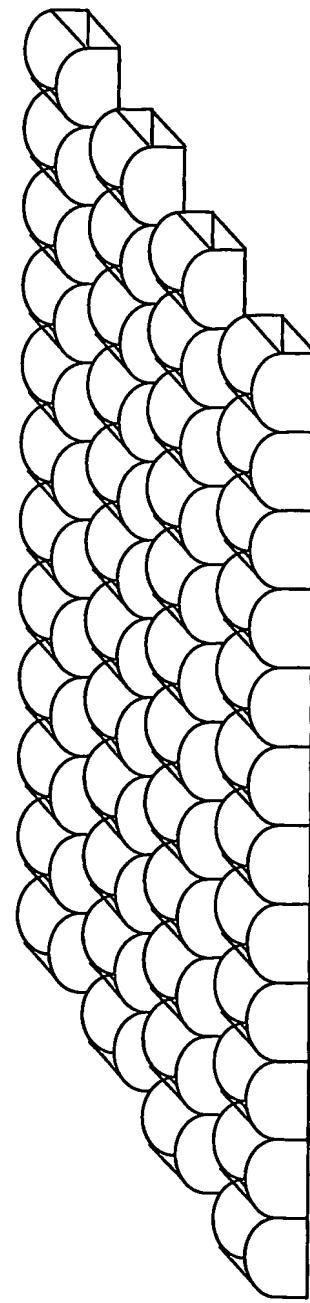


Fig.8

5



i →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
j ↓	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
5	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
6	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
8	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
9	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
10	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
11	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
12	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
13	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
14	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
15	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
16	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	

Fig.9

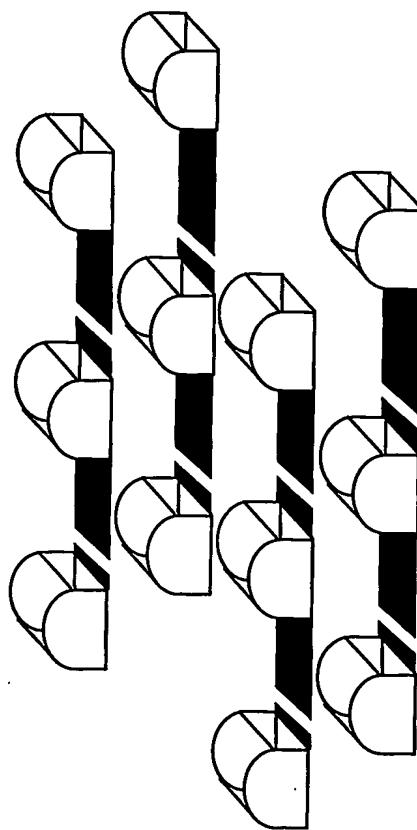


Fig.10